

Analisis Komparasi Holt Winter Dan Sarima Pada Peramalan Statistik Wisatawan Asing Kraton Yogyakarta

Neswin Indara Widiarsi, Retno Subekti
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRAK Kraton merupakan salah satu tempat tujuan wisata yang banyak dikunjungi di Yogyakarta. Data Wisatawan Kraton selama lima periode tahun 2009-2013 meningkat dengan adanya pola yang berulang setiap tahunnya yang mengindikasikan pola musiman. Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah memilih model peramalan terbaik dalam meramalkan banyaknya wisatawan asing Kraton menggunakan dua metode *time series* musiman yaitu Metode Holt Winter dan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA).

Metode peramalan terbaik dilihat dengan cara membandingkan tingkat error peramalan data *in sample* dan data *out sample*. Ukuran error yang dapat digunakan yaitu *Mean Absolute Deviation*, *Mean Square Deviation*, dan *Mean Absolute Percentage Error*. Dari hasil trial and error diperoleh Metode Holt Winter dengan $\alpha = 0,1$, $\beta = 0,1$ dan $\gamma = 0,1$ sedangkan dengan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average SARIMA (0,1,1)(1,1,0)¹².

Secara keseluruhan, diperoleh hasil perbandingan kedua metode yang menunjukkan bahwa metode Holt Winter lebih baik dari sisi error *in sample* dan *out sample* dibandingkan dengan metode SARIMA. Sehingga metode Holt Winter dapat digunakan untuk memprediksi jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta tahun 2014.

Kata Kunci : Wisatawan Asing, Holt Winter, SARIMA, *in-sample*, *out-sample*.

I. PENDAHULUAN

Kraton merupakan salah satu obyek wisata yang berada di wilayah Kota Yogyakarta dan paling banyak diminati untuk dikunjungi oleh wisatawan asing maupun domestik. Keberadaan Kraton Yogyakarta yang masih sangat kental hubungannya dengan adat Jawa masih menjadi alasan ketertarikan bagi para wisatawan untuk berkunjung. Keunikan lainnya dari Kraton Yogyakarta yang mampu menambah ketertarikan bagi wisatawan adalah keberadaan adat Jawa ditengah-tengah masyarakat modern, namun tidak menghilangkan keaslian adat Jawa. Pada musim-musim liburan sekolah dan juga tahun baru, jumlah kunjungan wisata di berbagai tempat pariwisata lebih meningkat daripada hari-hari biasa [1]. Data Wisatawan Kraton selama lima periode tahun 2009-2013 meningkat dengan pola yang berulang setiap periodenya membentuk pola musiman.

Data *time series* adalah salah satu jenis data yang dikumpulkan menurut urutan waktu dalam suatu rentang waktu tertentu. Penelitian tentang peramalan telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Hidayatul Khusna [2] menggunakan *Double Seasonal Holt Winters*, *Double Seasonal ARIMA*, dan *Naive*. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Metode peramalan yang dapat digunakan untuk memprediksi data runtun waktu yang memiliki pola musiman adalah model Holt Winter dan SARIMA. Metode ARIMA dan Winter masing-masing mempunyai persamaan yaitu keduanya menganalisis data secara univariat yang mengandung pola musiman dan *trend* [3]. Metode peramalan terbaik dilihat dengan cara membandingkan nilai error terkecil. Tingkat error peramalan didapat berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari data *in sample* dan *out sample*.

II. METODE PENELITIAN

a. Metode Holt Winter

Metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan adanya *trend* dan indikasi musiman dari satu *time series* data, yang merupakan gabungan dari metode Holt dan metode Winters [4]. Metode Holt Winter dapat digunakan untuk data stasioner maupun data nonstasioner. Namun apabila data mengandung unsur musiman, seringkali ditemukan error yang bersifat sistematis yang didasarkan pada tiga persamaan pemulusan; stasioneritas, *trend*, dan musiman. Jadi jika data yang akan dianalisis merupakan data

musiman maka diperlukan sebuah metode pemulusan yang dapat menangani faktor musiman secara langsung, yaitu metode *Winter*[3]. Metode *Holt Winter* menggunakan tiga pembobotan atau parameter pemulusan yakni α , β , dan γ dimana parameter-parameter tersebut berada pada selang (0,1). Pemilihan metode *Holt Winter* dilakukan dengan cara *trial and error* yaitu dengan mengkombinasi nilai α , β , dan γ sehingga didapatkan error yang paling kecil.

Persamaan dasar untuk metode *Holt Winter* adalah dengan parameter α (*level*)= 0,1 ; β (*trend*)= 0,1 ; dan γ (*seasonal*)= 0,1 adalah sebagai berikut :

Pemulusan eksponensial

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ = 0,1 Y_t + 0,9(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Pemulusan trend

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ T_t = 0,1 (L_t - L_{t-1}) + 0,9T_{t-1}$$

Pemulusan musiman

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \\ S_t = 0,1 (Y_t - L_t) + 0,9S_{t-s}$$

Peramalan

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t + S_{t-s+p}$$

Dimana :

L_t = nilai pemulusan periode t , Y_t = nilai aktual pada periode t , T_t = komponen trend pada periode t , S_t = komponen musiman pada periode ke t , \hat{Y}_{t+p} = nilai ramalan pada periode t , p = periode peramalan pada periode ke t , s = panjang musiman

b. Metode Seasonal ARIMA (SARIMA)

SARIMA merupakan pengembangan ARIMA dengan memperhatikan komponen musiman. Tahapan proses dalam SARIMA adalah

(1) Identifikasi Model

Identifikasi terhadap data time series adalah dengan membuat plot time series, grafik *ACF* dan grafik *PACF*. Dari plot time series, grafik *ACF* dan grafik *PACF* dapat diselidiki kestasioneran data. Data yang belum stasioner dalam variansi dapat dilakukan transformasi *Box-Cox* agar data menjadi stasioner. Apabila data belum stasioner dalam *mean* dapat dilakukan pembedaan (*differencing*) agar data menjadi stasioner. Setelah data stasioner dalam variansi dan *mean* maka dibuat grafik *ACF* dan *PACF*.

(2) Estimasi Parameter

Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan cara coba-coba dikenal dengan istilah *trial and error*.

(3) Diagnosis Model

Uji diagnosis model dilakukan dengan analisis residual. Analisis residual yaitu melakukan pemeriksaan terhadap nilai residual $\{a_t\}$ yang dihasilkan dari tahap estimasi parameter. Jika $\{a_t\}$ adalah suatu proses yang *white noise* maka model memadai. Pada proses *white noise*, *ACF*, dan *PACF* menuju ke nol [5]. Untuk mendeteksi bahwa suatu proses $\{a_t\}$ *white noise*, pada analisis residual dilakukan uji independensi residual. Diagnosis model dilakukan dengan uji independensi residual dan uji signifikansi. Selanjutnya untuk menentukan model terbaik yang akan dipilih, dapat menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. MAPE merupakan rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan antara data aktual dengan data hasil peramalan.

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} \times 100$$

Dimana :

Y_t = nilai data sesungguhnya pada periode ke t , \hat{Y}_t = nilai ramalan pada periode ke t , n = banyaknya data.

Semakin kecil nilai MAPE, menunjukkan ketepatan model yang lebih baik. Model umumnya adalah ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)¹²[6].

Dimana :

p, d, q = bagian yang tidak musiman dari model, (P, D, Q) ¹² = bagian yang musiman dari model, S = jumlah periode per musim.

Secara umum bentuk model ARIMA musiman atau SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)¹² adalah :

$$\Phi_p B^s \phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B) \Theta_q(B^s) a_t$$

Dimana :

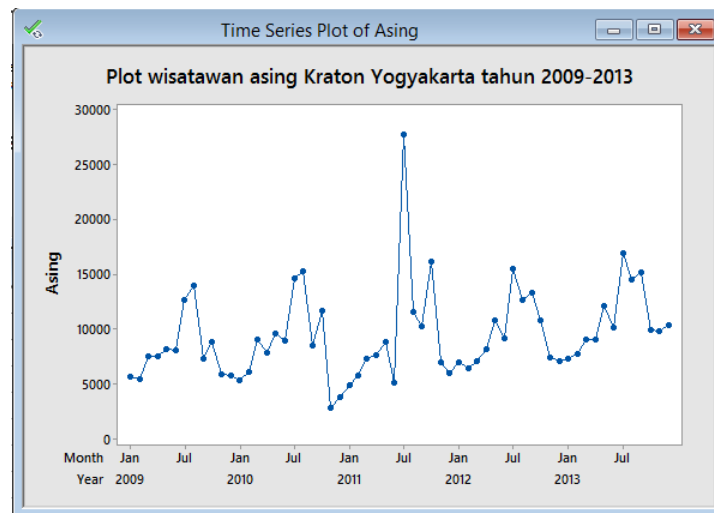
Y_t = variabel respon pada waktu t , a_t = error pada waktu t , $(1-B)^d$ = pembedaan pada periode d non seasonal, $(1-B^s)^D$ = pembedaan pada periode D seasonal, $\phi(B)$ = operator AR(p) non seasonal, $\Phi(B)$ = operator AR(p) seasonal, $\theta(B)$ = operator MA(q) non seasonal, $\Theta(B)$ = operator MA(q) seasonal.

Dalam proses pembentukan model, data yang dikumpulkan dibagi menjadi dua yaitu *in sample* dan *out sample* :

1. Data pertama (*in sample*) untuk pembentukan model yang merupakan data bulanan wisatawan asing Kraton periode Januari 2009 – Desember 2012 (48 bulan).
2. Data kedua (*out sample*) untuk mengevaluasi peramalan yang merupakan data bulanan wisatawan asing Kraton periode Januari 2013 – Desember 2013 (12 bulan).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data wisatawan asing Kraton Yogyakarta diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta [7]. Data berupa data bulanan pada periode bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Desember 2013. Untuk dapat menganalisa *time series* dari data tersebut diperlukannya plot asli terlebih dahulu agar dapat dilakukan langkah selanjutnya dengan tepat. Dari data yang diperoleh, didapatkan grafik *time series* yang diketahui bahwa data jumlah wisatawan asing Kraton memiliki pola musiman.



Gambar 3.1 Plot wisatawan asing Kraton Yogyakarta

Dari gambar 3.1 terlihat bahwa data memiliki pola musiman yang berulang setiap tahunnya dengan puncak perulangannya terjadi pada bulan Juli-Agustus. Sehingga dapat diketahui bahwa pola musimannya adalah mengikuti pola musiman 12 bulanan. Metode peramalan *Holt Winter* dan SARIMA adalah metode yang digunakan untuk meramalkan data yang memiliki pola musiman.

a. Peramalan Holt Winter

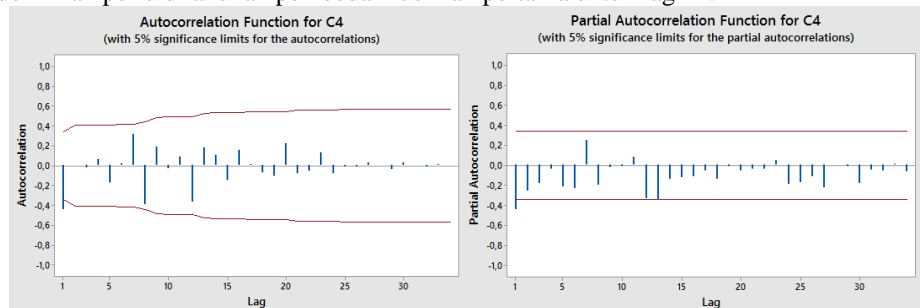
Salah satu metode peramalan yang dapat digunakan untuk menganalisis data runtun waktu yang bersifat tidak stasioner adalah metode pemulusan eksponensial. Ada beberapa metode pemulusan eksponensial dalam peramalan runtun waktu, salah satunya adalah Metode Peramalan *Holt-Winter*. Pada data jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta memiliki pola *trend* yang cenderung konstan. Sehingga metode *Holt Winter* yang digunakan adalah tipe *Additive*. Dengan bantuan software Minitab menggunakan hasil kombinasi α , β ,

danyaitu 0,1; 0,5; dan 0,9 didapatkanbahwanilai α , β , danysamadengan 0,1 menghasilkan error ataunilai MAPE 17,456 %.

Data aktual *out sample* jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta periode 49-60 mulai Januari 2013 sampaidenganDesember 2013 digunakanuntukperhitungan error data *out sample* dilakukan dengan memasukkan nilai ramalan. Nilai fits selanjutnyadimasukkankedalamrumusan error dandihasilkannilai MAPE 13,67 %.

b. *Peramalan SARIMA*

Langkah pertama yang dilakukan adalah proses identifikasi model. Proses identifikasi model pertama kali diuji apakah data stasioner atau tidak yaitu dengan melihat plot ACF dan PACF dari data asli [8]. Langkah tersebut digunakan untuk melihat pola data. Gambar 3.1 memperlihatkan bahwa data memiliki pola berulang setiap tahunnya. Sehingga plot musiman data tersebut memiliki pola trend. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan metode SARIMA, data time series terlebih dahulu diidentifikasi kestasionerannya dalam varian dan *mean*. Dari hasil analisis, plot data asli jumlah wisatawan asing Kraton belum stasioner dalam varian. Sehingga perlu dilakukan transformasi $1/\sqrt{Y_t}$. Data sudah stasioner dalam varian dari nilai lambda sama dengan -0,5 menjadi 1. Kestasioneran data dalam *mean* dapat dilihat dari grafik *trend linear* dari data. Hasil analisis, grafik *trend linear* belum sejajar dengan sumbu horizontal maka data belum stasioner dalam *mean*. Untuk menstasionerkan data dalam *mean*, maka perlu dilakukan *differencing*. *Differencing* pertama pada bagian non musiman kini tampak data stasioner yang dicirikan oleh plot ACF *cut off* yang berarti menurun secara berkala dan tidak signifikan pada lag 8 dan 12. Tetapi koefisien korelasi untuk bagian musimannya (pada lag 8 dan 12) terlihat tidak signifikan pada ACF. Maka plot data pembeda pertama ini belum stasioner. Dengan demikian perlu dilakukan pembeda musiman pertama untuk lag 12.



Gambar 3.2 Plot ACF dan PACF setelah dilakukan *differencing* pertama dan musiman lag 12

Plot ACF pada gambar 3.2 menunjukkan pola *cut off* dan pola PACF pada gambar 3.2 menunjukkan pola *dies down* yang turun secara melambat yang mengindikasikan data sudah stasioner dan signifikan. Setelah data runtun waktu yang diolah telah stasioner, selanjutnya adalah penerapan model SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)¹² sementara yang sesuai. sehingga dapat diduga model seasonal ARIMA(1,1,1)(1,1,0)¹² ; (1,1,1)(0,1,1)¹² ; (1,1,0)(1,1,0)¹² ; (1,1,0)(0,1,1)¹² ; (0,1,1)(1,1,0)¹² dan (0,1,1)(0,1,1)¹². Tahap selanjutnya adalah pendugaan dan pengujian parameter. Pada pendugaan parameter dapat digunakan uji signifikansi dan untuk pengujian parameter menggunakan uji *white noise*.

Tabel 3.2 Ringkasan Uji Signifikansi dan Uji White Noise model SARIMA

	Model	Uji Signifikan Model	Uji White Noise
1	SARIMA (1,1,1)(1,1,0) ¹²	Tidak Signifikan	White Noise
2	SARIMA (1,1,1)(0,1,1) ¹²	Tidak Signifikan	White Noise
3	SARIMA (1,1,0)(1,1,0) ¹²	Signifikan	Tidak White Noise
4	SARIMA (1,1,0)(0,1,1) ¹²	Signifikan	Tidak White Noise
5	SARIMA (0,1,1)(1,1,0) ¹²	Signifikan	White Noise

6	SARIMA (0,1,1)(0,1,1) ¹²	Signifikan	White Noise
---	--	------------	-------------

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa model SARIMA (0,1,1)(1,1,0)¹² dan model SARIMA (0,1,1)(0,1,1)¹² memenuhi uji signifikansi model dan white noise. Model SARIMA (0,1,1)(1,1,0)¹² dipilih dari hasil kombinasi nilai p, d, q, P, D, Q yang merupakan model dengan error paling kecil sehingga model tersebut merupakan model yang paling baik digunakan untuk peramalan data *in sample*. Untuk meramalkan jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta pada periode 1-48 data *in sample* yang digunakan SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₁₂ dengan MAPE sebesar 34 % yang merupakan nilai error yang cukup besar. Data aktual *out sample* jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta periode 49-60 mulai Januari 2013 sampai dengan Desember 2013 digunakan untuk perhitungan error data *out sample* dan menghasilkan nilai MAPE 25%. Peramalan pada data menggunakan model SARIMA diperoleh persamaan peramalan sebagai berikut.

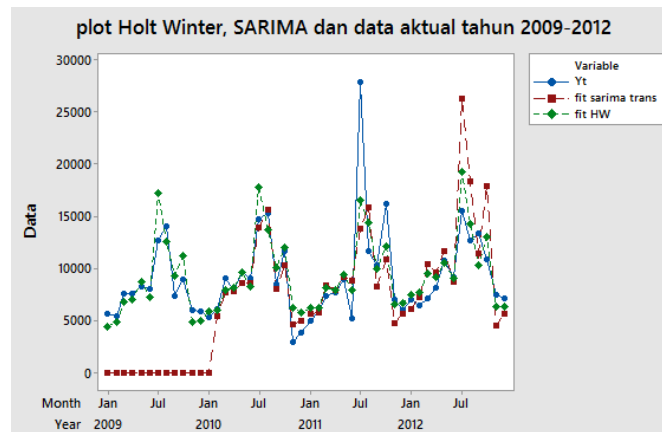
$$\Phi_p B^s (1-B)^d (1-B^s)^D Y_t = \theta_q(B) a_t$$

$$Y_t = \frac{\theta_q(B) a_t}{\Phi_p B^s (1-B)^d (1-B^s)^D}$$

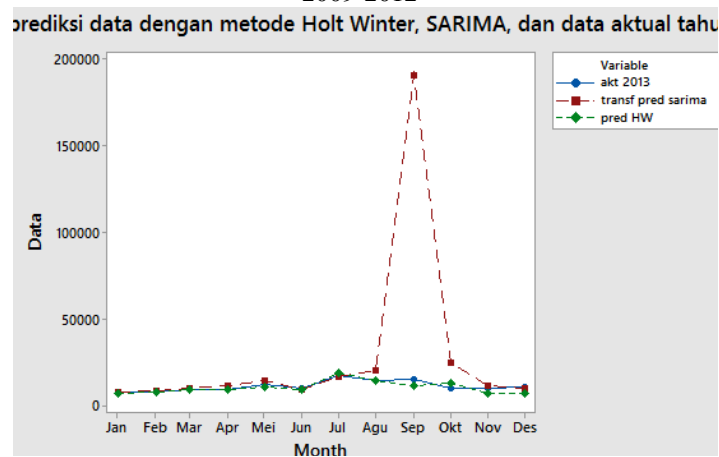
$$Y_t = \frac{(1 - 0,9292B) a_t}{(1 + 0,6131B^{12})(1-B)^1(1-B^{12})^1}$$

c. Perbandingan Metode Holt Winter dan SARIMA\

Berikut adalah plot data prediksi data *in sample* dan *out sample* metode Holt Winter, SARIMA dan data aktual tahun 2013.



Gambar 3.3 Plot data *in sample* metode Holt Winter, SARIMA dan data aktual tahun 2009-2012



Gambar 3.4 Plot data *out sample* metode Holt Winter, SARIMA dan data aktual tahun 2013

Gambar 3.3 merupakan plot perbandingan data *in sample* ketiga metode Holt Winter, SARIMA, dan data aktual pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2012. Nampak keduanya hampir mendekati data

aktual. Tetapi pada bulan Juli 2012 prediksi pada metode SARIMA terjadi kenaikan, sedangkan pada metode *Holt Winter* menunjukkan bahwa prediksi nilai lebih mendekati nilai data aktual. Gambar 3.4 menunjukkan plot perbandingan data prediksi hasil ramalan data *out sample* menggunakan metode *Holt Winter*, SARIMA, dan data aktual. Nilai hasil ramalan kedua yang mendekati nilai yang sama dengan data aktual. Tetapi pada bulan September terjadi kenaikan tajam yang menyumbang nilai error yang besar pada metode SARIMA. Berikut nilai MAPE masing-masing data *in sample* dan *out sample*.

Tabel 3.3 Perbandingan nilai MAPE pada metode Holt Winter dan SARIMA

Metode	MAPE	
	In sample	Out sample
1. Holt Winter Additive (0,1;0,1;0,1)	17,46 %	13,67 %
2. SARIMA (0,0,0)(0,1,1) ₁₂	34 %	25 %

Secara keseluruhan, diperoleh hasil perbandingan kedua metode yang menunjukkan bahwa metode *Holt Winter* lebih baik dari sisi error *in sample* dan *out sample* dibandingkan dengan metode SARIMA. Sehingga metode *Holt Winter* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta tahun 2014.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk peramalan jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta adalah model Holt Winter dengan *out sample* MAPE sebesar 13,67 % dan *in sample* MAPE sebesar 17,46%. Metode *Holt Winter* memiliki nilai error lebih kecil pada model data *in sample* dan *out sample* dibanding dengan metode SARIMA (0,1,1)(1,1,0)¹². Oleh karena itu metode Holt Winter merupakan metode terbaik dalam memprediksi jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta tahun 2014.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis data, penulis menggunakan Metode *Holt Winter* dan SARIMA untuk meramalkan jumlah wisatawan asing Kraton Yogyakarta. Oleh karena itu, pembaca diharapkan dapat mencoba menggunakan metode lain misalnya *Double Seasonal Holt Winters*, *Double Seasonal ARIMA*, dan Naive model untuk peramalan. Sehingga pembaca dapat mengetahui metode mana yang paling baik dan tepat untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nofinda Lestari. 2012. *Jurnal: Peramalan Kunjungan Wisata dengan Pendekatan Model SARIMA (Studi kasus : Kusuma Agriwisata)*. Surabaya: ITS
- [2] H. Khusna. (Online). *Jurnal: Pendekatan percentile error bootstrap pada model double seasonal Holt Winters, double seasonal ARIMA, dan naive untuk peramalan beban listrik jangka pendek area Jawa Timur-Bali*.
- [3] Metta Octora. (Online). *Perbandingan Metode ARIMA (Box Jenkins) dan Metode Holt Winter dalam Peramalan Jumlah Kasus Demam Berdarah Dengue*. Surabaya: Unair
- [4] Eddy Hermawan. 2011. *Perbandingan Metode Box-Jenkins dan Holt Winters dalam Anomali OLR Pentad di Kawasan Barat Indonesia*. LAPAN
- [5] Kusuma Wardhani. 2014. *Analisis Peramalan Jumlah Penumpang Kereta Api Jabodetabek Menggunakan Model Intervensi Multi Input Fungsi Step dan Pulse (Skripsi)*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- [6] Wei, W.S 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Second Edition*. Pennsylvania: Pearson Education Inc.
- [7] Badan Pusat Statistik. 2009-2013. *Statistik Pariwisata Kota Yogyakarta 2009-2013*. BPS: Yogyakarta
- [8] Annisa Al Ukhra. (Online). *Pemodelan dan Peramalan Data Deret Waktu dengan Metode Seasonal Arima*